

储能技术在新能源电力系统中的应用研究

李昱婧, 张渊博

(国网上海市电力公司崇明供电公司, 上海 202150)

摘要 随着电力系统的不断发展与科技的不断进步, 现阶段新能源类型的电力系统得到广泛应用。在新能源系统应用期间, 通常需要采取合理措施利用储能技术, 保障系统顺利运行。储能技术在新能源电力系统中的应用研究受到广泛关注, 相关理论研究及实践探索大量涌现。本文简单分析了储能技术在新能源电力系统中的应用价值与常见的储能技术, 深入探讨了相关的应用要点, 以供相关人员参考。

关键词 储能技术; 电力系统; 新能源电能

中图分类号: TM732

文献标志码: A

DOI: 10.3969/j.issn.2097-3365.2025.02.022

0 引言

近些年, 新能源电力系统在我国各地得到广泛应用, 系统的运行管理工作也在随之升级。但结合实际调研可以发现, 部分地区管理新能源系统时, 在储能技术的合理应用方面仍欠缺管理力度。本文围绕储能技术在新能源电力系统中的应用展开具体研究。

1 储能技术在新能源电力系统中的应用案例

1.1 可再生能源输出

在新能源电力系统中, 可再生能源, 如太阳能和风能的输出往往具有间歇性和不稳定性, 对电网的稳定运行带来挑战, 储能技术在其中发挥出关键作用, 在可再生能源发电高峰时储存多余的电能, 在需求高峰或发电低谷时释放, 从而提高能源的可靠性和可预测性。以某电厂为例, 该电厂装机容量为 500 MW, 其中风电装机容量占 30%, 光伏装机容量占 20%。由于风能和太阳能的间歇性, 电厂输出波动较大。为解决问题, 电厂引入储能系统, 采用锂离子电池储能技术, 储能容量为 100 MWh。通过储能系统的充放电控制, 电厂有效地平衡可再生能源的输出, 使得电力输出更加平稳和可靠。在引入储能系统前, 电厂日均输出波动率为 15%, 而引入储能系统后, 日均输出波动率降低至 5%。储能系统的应用还提高了电厂的发电效率, 使得年均发电量提高 3%。储能系统采用锂离子电池, 额定电压为 380 V, 额定容量为 100 MWh, 充放电效率达到 90% 以上。

1.2 电力调峰

电力需求在一天之内会有明显的波动, 高峰期和

低谷期的电力需求差异较大。传统的做法是通过发电机组的启停来调节电力输出, 但这种方式不仅效率低下, 还会对发电机组造成损害。储能技术可以在电力需求高峰时释放储能, 平衡供需差异, 减少对发电机组启停调节的依赖。上述电厂需要服务的区域电力需求波动较大, 为应对电力需求的高峰, 电厂引入压缩空气储能系统, 储能容量为 50 MWh。在电力需求高峰时, 储能系统释放压缩空气, 驱动发电机发电, 从而满足电力需求。引入压缩空气储能技术后, 额定压力为 7 MPa, 额定容量为 50 MWh, 释能效率达到 85% 以上, 年均启停次数降低至 300 次以下, 发电机组的磨损和维修成本减少。储能系统的应用还提高了电厂的响应速度, 使得在电力需求突变时更快地调整输出。

1.3 微电网和离网运行

在微电网和离网系统中, 储能技术同样发挥着重要作用, 可提供稳定的电力供应和能量储备, 使得微电网和离网系统实现独立运行。为保障该地区的电力供应, 该电厂建立微电网系统, 系统包括风电、光伏和储能系统三部分。其中, 储能系统采用液流电池技术, 储能容量为 20 MWh。通过储能系统的充放电控制, 微电网系统在离网状态下稳定运行, 为该地区提供可靠的电力供应。采用液流电池技术, 额定电压为 400 V, 额定容量为 20 MWh, 充放电循环寿命达到 5 000 次以上, 即使电网故障, 微电网系统也独立运行 4 小时以上, 大大提高了电力供应的可靠性和稳定性。

2 储能技术常见类型

现阶段, 在生态环保绿色节能等理念下, 储能技术的未来发展趋势已经向新能源方向转变, 储能技术

已成为新能源电力系统的重要组成部分，在电力系统的各供电环节中得到广泛应用。

2.1 发电方面

在新能源发电中，应重点关注不同类型清洁、可再生能源的应用情况，储能技术可以在电力不足时将自身存储的电力投入使用，实现电能的稳压、稳流。储能系统在电力需求低谷时储存电能，在高峰期释放，有效平衡电力供需，提高电网运行的稳定性。以风电和光伏为例，在实际应用过程中可利用多种储能系统确保各类新能源可靠使用，防止影响电网的稳定运行。通过引入储能系统，可以平抑新能源发电的波动性，提高电力供应的稳定性和可靠性。例如，在某地的电网公司中，通过大规模储能电站监控系统，实现风电、光伏和储能的协调控制，显著提高了新能源发电的稳定性。

2.2 输电方面

随着新能源发电规模的不断扩大，电网对输电设备的需求也在增加。储能技术的应用可以延缓输电设备的投资，通过在输电过程中储存电能，减少新建输电线路的需求，降低电网扩容的成本和对环境的影响。例如，江苏电网侧储能一期项目通过引入储能技术，有效缓解电网的输电压力，减少输电设备的投资。储能系统能够快速响应电网负荷变化，进行频率和功率调节，帮助电力系统维持稳定的电压和频率。在电力系统中引入储能技术，可以显著改善电能质量，提高系统的稳定性。例如，在镇江 101 MW/202 MWh 的电网侧分布式储能电站项目中，储能系统通过参与二次调频、调峰等辅助服务，有效提高电网的稳定性和可靠性。涵盖“光伏+储能+充电”的超级充电站项目通过应用储能技术，解决了光伏在应用过程中出现的不同供电、发电、供配电等不良问题。储能系统还发挥组合优势，带动光伏、储能、充电桩多向发展。这种综合能源站模式不仅提高了新能源的利用效率，还能促进新能源产业的协同发展。

2.3 配电方面

在配电环节，储能技术的应用能够缓解高峰电负荷需求，减少电网在高峰期的供电压力。通过延缓网络升级扩容，降低配电系统的建设成本。例如，河南百兆瓦电池储能示范工程，在大规模储能电站领域进行有益探索，为电网提供灵活性，提高电力系统的稳定性。储能系统还可以作为备用电源和应急供电系统，在电网故障或停电情况下迅速启动，提供可靠的应急

电力，这对于保障关键设施和用户的电力供应具有重要意义。例如，在医院等用能重点单位中，储能技术的应用能够在其中充分发挥重要的作用，医院的重点工作区域可以持续获得电力能源供给，为医院平稳运营提供坚实的电力保障。某电网侧储能项目通过引入储能技术，有效缓解了电网的输电和配电压力。该项目不仅提高了电力系统的稳定性和可靠性，还降低了电网扩容的成本。储能系统还能够通过多种不同的技术服务使电网的运行稳定性处于可控范围内。

2.4 用电方面

随着分布式发电技术的普及，越来越多的分布式电源接入电网。储能技术通过辅助分布式发电接入，有效提高电网运行的稳定性与运行效率、运行安全性。例如，在“光伏+储能+充电”的超级充电站中，储能技术的应用解决了一部分发电冗余和并网问题，促进分布式能源的发展。储能系统通过改善电能质量，提高用电的安全性和稳定性。在用电侧储能项目中，储能系统通过削峰填谷、容量调配等机制，不仅降低了用户的电费支出，还提高了电力系统的经济性和可持续性。例如，在澳大利亚和德国等国家，户用储能得到广泛应用，通过分时电价管理，帮助用户削峰填谷，实现经济效益和社会效益的双赢。某风光储输示范工程是目前世界上规模最大、集风力发电、太阳能发电、储能和智能输电于一体的新能源综合利用工程，该项目通过管理能量与不同类型、不同规模的监控系统，显著提高了新能源发电的稳定性和可靠性。储能系统还通过削峰填谷、将可再生能源的多种功能优化，充分发挥出可再生能源的应用优势，为电网提供了重要的支撑^[1]。

3 储能技术在新能源电力系统中的应用要点

3.1 物理储能技术

压缩空气储能技术利用电力系统低谷时的富余电力，驱动空气压缩机工作，将空气压缩并储存在大型地下洞室、废弃矿井或人造储气罐中，在电网需要时，释放压缩空气推动涡轮机做功发电。该技术具有规模大、成本低、寿命长、清洁无污染等优点，但依赖大型储气装置，且效率受空气压缩和膨胀过程热损耗影响。现阶段我国已经提出不同的先进压缩空气储能试验示范项目，取得了突出的试验研究成就，在试验过程中，项目采用先进的压缩空气储能技术，利用盐穴作为储气装置，实现电能的高效储存和释放。该项目对于推动压缩空气储能技术的发展具有重要意义。

飞轮储能技术利用电动机带动飞轮高速旋转，将电能转化为机械能储存起来，在需要时通过飞轮带动发电机发电将机械能转化为电能。飞轮储能具有高储能效率、高储能密度、快速充放电、寿命长等优点，但成本相对较高，且对材料和制造工艺要求较高。飞轮储能技术在轨道交通领域得到广泛应用。例如，在某些地铁系统中，通过将飞轮储能装置在合适的场所中安置，能够优化能量的吸取与释放效果，实现能量的高效利用和节能减排。

抽水储能技术是目前技术最为成熟的大容量储能方式之一，应用期间可以在电力不足时将电能抽取，通过合适的技术手段转换成势能，最后在合适的时机再次投入发电使用。抽水储能具有使用寿命长、能量转换效率高、装机容量大、持续放电时间长等优点，且对环境友好无污染。我国已建成多座大型抽水蓄能电站，如广东惠州抽水蓄能电站等。这些电站不仅为电网提供了重要的调峰填谷功能，还参与电力系统的频率调节和电压控制等辅助服务，提高了电网的稳定性和可靠性。

3.2 化学储能技术

钠硫储能电池是一种高能蓄电池，具有高能量密度、高充放电效率等优点，但其运行需要较高的温度环境（约300~350℃），且对材料和技术要求较高。钠硫储能电池在电力储能领域得到广泛应用。例如，在某些风力发电站中，钠硫储能电池被用作储能装置，在风力发电过剩时储存电能，在风力不足时释放电能，实现风能的稳定输出^[2]。

锂电池具有高转化效率、高能量密度、自放电率低等优点，适合用于应急供电及旋转备用等场合，但锂电池的成本相对较高且存在安全隐患（如热失控等）。锂电池在新能源汽车领域得到广泛应用。在电力系统中，锂电池也被用作储能装置参与调峰填谷和辅助服务等工作。例如，液流储能电池具有绿色环保、可深度放电、使用寿命长等优点，其电解液通常储存在外部储罐中，通过泵送至电池堆进行反应发电。在某些工业园区内建设的分布式储能电站中，液流储能电池被用作主要储能装置参与电网的调峰填谷和辅助服务等工作。金属空气储能电池的负极，采用金属（如锌、铝等）作为活性物质与空气中的氧气反应产生电能。目前金属空气储能电池仍处于研发阶段，尚未大规模商业化应用。

3.3 相变储能技术

相变储能技术利用物质在相变过程中吸收或释放大量的潜热的特性进行储能和释能，具有储能密度高、温度波动小等优点，适用于建筑节能和工业余热回收等领域^[3]。冰蓄冷储能技术和电储热技术是相变储能技术的典型应用，在夏季高温时期通过夜间低谷电价制冰储存冷量，白天释放冷量，供空调系统使用，实现节能降耗；在冬季则通过电加热产生热量，储存于蓄热材料中，供采暖系统使用，提高能源利用效率。

3.4 电磁储能技术

超导磁储能技术利用超导线圈将电能转化为磁场能储存起来，在需要时通过逆过程将磁场能转化为电能释放，基于高储能效率、响应速度快等特点，可在实际应用中全面优化电力系统的电压和电频控制^[4]。超导磁储能技术目前仍处于研发阶段，尚未大规模商业化应用，但在未来智能电网和微电网中具有重要的应用前景。超级电容器储能技术介于电容器和电池之间，具有多次反复储能能力，且能够提升瞬时功率输出。超级电容器具有充放电速度快、循环寿命长等优点，适用于需要瞬时大功率输出的场合。超级电容器在电动汽车快速启动和制动能量回收等方面得到应用。在电力系统中，超级电容器也被用作辅助储能装置参与调频调压等辅助服务工作^[5]。

4 结束语

不同类型的储能技术在新能源电力系统中的应用关系到新能源电力系统的整体运行、工作质量，必须聚焦于储能技术在电能质量、供电稳定性、发电规模等方面的应用价值，选择合适的储能技术，保障新能源电力系统的输送电等系列工作安全稳定地开展。

参考文献：

- [1] 朱正印,刁智伟,毕素玲,等. 新能源电力系统中储能技术的应用探究[J]. 电工技术, 2023(S1):253-255.
- [2] 裴森. 多重应用场景下的新能源电力系统储能技术[J]. 城市建设理论研究: 电子版, 2023(34):112-114.
- [3] 陈俊. 新能源发电技术在电力系统中的应用[J]. 光源与照明, 2023(09):231-233.
- [4] 张颖业. 新能源电力系统中储能技术的应用[J]. 低碳世界, 2023,13(05):73-75.
- [5] 王玥娇,张兴友,郭俊山. 储能技术在高比例可再生能源电力系统中的应用[J]. 山东电力技术, 2021,48(07):19-25.